

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04J 14/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98105881.7

[43]公开日 1999年3月31日

[11]公开号 CN 1212538A

[22]申请日 98.3.25 [21]申请号 98105881.7

[30]优先权

[32]97.3.26 [33]US[31]824,579

[71]申请人 北方电讯有限公司

地址 加拿大魁北克

[72]发明人 理查德·爱德华·埃普沃斯

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

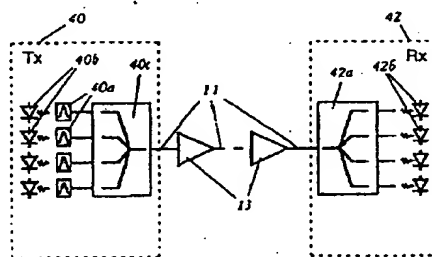
代理人 蒋世迅

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 多路复用光传输系统

[57]摘要

在一个光传输系统里,在为了向前传送给接收器而用多种复用调制一个单光载波之前,用一个或多个电副载波在发射器处多路复用两个或多个数字信号。这个已调制的光载波可和一个或多个同样调制的其他的光载波多路复用,它们每一个都有不同的波长。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一个光传输系统，它有至少两路多个数字电信号，经由一个呈现色散的光传输路径从一个发射器传送到一个接收器，该多个信号在一个单光载波上以多路复用的形式传送，其中至少一个所述的多个信号被作为在一个本身又调制所述光载波的电副载波上的调制而传送，并且，其中至少一个所述的多个信号在接收器上通过使用所述已调制的单光载波的单边带解调被检测。

2. 权利要求 1 所述的传输系统，其中所述多个信号的至少另一个信号通过传输路径作为在所述光载波上的基带调制而被传送。

3. 一个光传输系统，其中在 n ($n \geq 2$) 个不同频率电副载波的每一个都用 n 个不同信号中的相关的一个进行数字调制，并且其中用所得到的 n 个数字调制的电副载波调制一个单光载波以在光载波上提供光谱分离的信号频带，其中已调制的光载波经由一个呈现色散的光传输路径从一个发射器传送到一个接收器，并且其中在接收器上通过使用已调制的光载波的单边带解调来检测信号。

4. 权利要求 1 所述的传输系统，其中载有所述多个信号的所述单光载波经由所述光传输路径被传送，该单光载波与至少一个另外的光载波波长多路复用，其中该所述另外的光载波或每一个所述另外的光载波和被用有关的多路复用的另外的多个数字电信号类似地调制，其中至少一个所述有关的多路复用的另外的多个信号作为一个本身又来调制所述另外的光载波的电副载波上的调制而被类似地传送，并且，其中所述至少一个所述有关的多路复用的另外的多个信号在接收器上通过使用所述已调制的另外的光载波的单边带解调而被检测。

5. 一个光传输系统，其中多个数字电信号经由一个呈现色散的光传输路径从一个发射器传送到一个接收器，这些信号形成了多个组，每一组至少包含两个所述的信号，其中每组信号通过与此组相关的一个光载波被多路复用而传输，就每组而言，该组的至少一个信号被作为一个在相关的电副载波上的调制来传送，该电副载波本身作为在所述有关的光

载波上的调制而传送，并且其中所述这组的至少一个信号在接收器上通过使用所述的相关光载波的单边带解调而被检测。

说明书

多路复用光传输系统

本发明涉及光传输系统，尤其涉及在光发射器和光接收器间的传输路径中由色散引起的一些问题，这些问题与带宽有关，因为色散通常随光信号带宽的平方而增加，而偏振模式色散通常按线性增长，这意味着如果一个给定系统正满意地运行在从一个光发射器到一个远距离光接收器，例如将 2.5Gbit/s 的数字传输量调制成一个光载波的传输过程中，其性能将下降，并且如果增加了加在光载波上的数据传输速率，例如从 2.5Gbit/s 增加到 10Gbit/s，其性能可能会达到无法接受的程度。解决这个问题的已知方法之一是将 10Gbit/s 的波特流分成四个 2.5Gbit/s 的波特流来调制一个独立的光载波。然后将这四个已调制的载波波长多路复用，再以波长多路复用的形式传输给接收器，在接收器中波长信号分离。

这种提供额外的容量而没有增加在传输路径中由色散而引起的问题的解决方法的一个不足之处是在发射器上几路波分复用需要使用几个不同的光源，并且如果没有直接调制这些光源，那么会另外涉及到几个不同调制器的使用，在一个传输系统在传输路径中使用光放大器的情况下，会因为这些光放大器的光谱增益特性不同而涉及更多的问题。

本发明在于提供增加容量的不同的方法，单独使用时，它能减少光源和发射器所需外部调制器的数量，另外，它能与波分复用联合使用以提供改进的比单独使用波分复用更大的容量。

根据本发明，提供了这样一个传输系统，它可经由一个呈现色散的光传输路径而将至少两路多个数字电信号从一个发射器传送给一个接收器。此多个信号在一个单光载波上以多路复用的形式被传送，其中至少一个所述多个信号被作为一个电副载波上的调制来传送。而此副载波本身又调制所述的光载波；其中至少一个所述的多个信号在接收器端通过使用所述已调制的单光载波的单边带解调被检测。

本发明也提供了这样一个光传输系统，在 n ($n \geq 2$) 个不同频率电

副载波的每一个都用 n 个不同信号中的相关的一个进行数字调制, 并且其中用所得到的 n 个数字调制的电副载波调制一个单光载波, 以在光载波上提供光谱分离的信号频带, 其中已调制的光载波经由一个呈现色散的光传输路径从一个发射器传送到一个接收器, 并且其中在接收器上通过使用已调制的光载波的单边解调来检测信号。

当为多路传输不同的数字信号选择合适的副载波频率时, 显然这些数字信号中的一个可为了已被其它数字信号调制的副载波的多路传输而被放置在基带。在这些情况下, 这个数字信号可被当作调制一个零频率的电副载波。

本发明进一步提供了这样一种光传输系统。多个数字电信号经由一个呈现色散的光传输路径而从一个发射器传送到一个接收器, 这些信号形成了多个组, 每一组至少包含两个所述的信号, 其中每组信号通过与此组相关的一个光载波被多路复用而传输, 就每组而言, 该组的至少一个信号被作为一个相关的电副载波来传送, 该电副载波本身作为所述有关的光载波的调制来传送, 并且其中所述这组的至少一个信号在接收器上通过使用所述的相关光载波的单边解调而被检测。

在后面附加了此传输系统的图示说明, 能较好的描述本发明, 附图的相关说明如下:

图 1 是一个在它的传输路径中使用一个单光载波频率的传输系统的原理图。

图 2a, 2b 和 2c 描绘了就一个第一个波特率的数字信号而言, 分别在光载波的调制之前, 在此调制之后, 以及在接收器检波之后时图 1 系统的光谱特性。

图 3a, 3b 和 3c 描绘了就一个第二高波特率数字信号而言的等效典型特性。

图 4 是一个在传输路径中使用波分复用的传输系统的原理图。

图 5a, 5b 和 5c 描绘了与图 2a, 2b 和 2c 等效的光谱特性, 但是就图 4 系统的传输路径中应用的波分复用信号而言的。

图 6a, 6b 和 6c 描绘了与图 2a, 2b 和 2c 等效的光谱特性, 但是就调制一个单光载波应用的两个多路复用信号而言的。

图 7a, 7b 和 7c 描绘了与图 2a、2b 和 2c 等效的光谱特性, 但是就调制一个单光载波应用的四个多路复用信号而言的。

按照图 1, 一个发射器 10, 有一个将一个光源 10b 的 CW 输出调制的光调制器, 例如典型的一个二极管激光器, 将它的输出从一个传输路径 11 引入到一个接收器 12, 一般来说, 传输路径 11 可在沿它长度方向上每隔一定距离可以放置放大器 13, 但是不是必需的。光调制器可以是 Mach-Zehnder 干涉仪类型的, 在里面一个电输入给了一个电光器件。例如由铌酸锂构成的, 被用来控制存在于调制器的两个干涉臂上的光程长度差异的大小。另一种方法, 调制器可以是一个由半导体材料构成的一个调制器例如一个由量子约束的斯塔效应调制器。

如果为了由光源 10b 的输出所提供的光载波的直接调制, 光调制器 10a 由数字调制的电信号来供应的话, 那么, 这个数字调制的电信号特别应有一个象在图 2a 中所大致描绘的 20 那样的一个频谱。随后由电信号直接调制的光载波将产生一个具有象在图 2b 中描绘那样的光谱的光信号, 包括载波频率的两个边带 21a 和 21b, 在接收器 12 上, 这个 ω_1 光信号的直接检波将产生一个象在图 2c 中 23 描绘那样的电信号。

如果现在想将波特率增加一个很大的量, 例如从 25Gbit/s 到 10Gbit/s, 每一个相应边带的宽度将被相应地增加, 象在图 3a, 3b, 3c 中 30, 31a, 31b 和 33 所描绘的那样, 显然这要求发射器 10 的调制器 10a 和接收器 12 的检测器能在快速波特率的情况下运行。但是一个潜在的更严重的问题是由系统在处理边带 31a 和 31b 占据的较宽的频谱时, 传输路径的色散带给系统的。

如果这个色散因更快的波特率而太大, 一个已知克服此问题的方法是依靠波分复用。不象图 1 中描绘的光发射器只有一个光源和调制器, 在图 4 中所描绘的波分复用系统的发射器 40 有一个多组的 CW 源 40b, 它以不同的波长发射。和调制器 40a, 每一个调制器处理了波特流的一个不同部分, 例如对于一个 10Gbit/s 的波特流, 会有发射频率 ω_2 , ω_3 , ω_4 和 ω_5 的四个源, 和有关的四个调制器, 每一个调制器处理了 2.5Gbit/s, 调制器的输出被反馈给一个多路调制器 40c 以为发射进入传输路径 11 提供一个单独输出。在传输路径的远端是一个接收器 42, 它

包括一个相应的信号分离器 42a 和一套检测器 42b，四个调制器 40a 所应用的四个 2.5Gbit/s 的电信号有象在图 5a 中 50a，50b，50c 和 50d 所大致描绘那样的频谱，由四个源 40b 提供的四个光载波的直接调制在它们被多路调制器 40c 多路复用以后，产生了一个具有象在图 5b 四个载波频率 ω_2 ， ω_3 ， ω_4 和 ω_5 中，每一个频率两边都包括 51a 和 51b 两个边带的频率的光信号。这四对边带的集成传播比在图 3b 中 31a 和 31b 的相应的单对传播要广。但因为边带 51a 和 51b 的每一对在接收器上都被独立检测，在接收器上，只是这些对中的一对的光谱传播决定了色散问题的大小，而不是集成传播。在接收器上的检测将产生象在图 5c 中所描绘那样的四个电信号。

下面结合图 6a，6b 和 6c 介绍的本发明的实施例有一个象上面参照图 1 介绍那样的传输系统，先参照图 6a，使用第一个 2.5Gbit/s 的信号来调制一个频率为 ω_6 的电副载波以产生一对边带 60a，然后在此之上再加上第二个 2.5Gbit/s 的信号。第二个 2.5Gbit/s 的信号可认为是一个用来调制一个频率 $\omega_0 = 0$ 的基带副载波的信号，从而提供一个单边带 60b，副载波频率 ω_6 的选择要不小于边带 60b 的光谱宽度，这样，在两个 2.5Gbit/s 信号的边带间就不会有光谱重迭，电副载波要选择专门的调幅，但调频和调相也是可以的。这与图 6a 的电信号的结合用于发射器的调制器 10a 以调制光源 10b 的输出。然后产生了一个带有象在图 6b 中描绘那样的一个由一对横跨频率 ω_1 的通频带 61a 和较远的分别横跨频率 $(\omega_1 - \omega_6)$ 和 $(\omega_1 + \omega_6)$ 的 61b 和 61c 组成的一个光谱的信号。在接收器 12 上图 6b 的光信号光谱的直接检波可产生图 6c 的电信号频谱。它由一对横跨一个副载波频率 ω_6 的边带 63a 和更远的一个边带 63b 组成。如果在本例中边带 63a 由边带 61a 和边带 61c 所构成，那么会由于频带从恰好低于 $(\omega_1 - \omega_6)$ 到高于 $(\omega_1 + \omega_6)$ 而带来色散问题。

至少为了来自于用于调制频率 ω_6 的电副载波的 2.5Gbit/s 的信号的图 6b 中的部分光谱的检测，因此安排使用了光载波的单边带解调，如果边带 61b 和 61c 两对都发射给了检测器，那么它们中的一个会在进行需要产生图 6c 的边带 63a 的解调前被光滤波而去掉，因为在检测器上仅使用了边带 61b 和 61c 对中的一对，那它通常不会把在第一个例子中无用

的对发射进入传输路径，而是在发射器上使用了单个的边带调制（在图 6b 中用虚线来表示边带 61c，而用实线来表示边带 61a 来表达此意）。另一方面，如果两对边带都传送给接收器，这两对可分别地被检测，由于在传输路径中色散的结果，一个检测信号相对于另一信号来讲会被滞后。所以这个另外的检测信号必须在两个检测信号结合之前自身被滞后。一个在发射器上提供光载波的单边带调幅的方法是将一个调频器和个调幅器的输出相加，这样的两个调制器都产生上升和下降的边带，但是在调幅器的情况下，它们是相互同相的，而就调频器而言，它们是相互反相的。因此这两对边带（相同频率）可合起来抵消一个边带，剩下另一个作为一个单边带。另一个可行的方法是省去调频器，免得用光过滤去掉由调幅器产生的两个边带的一个，在接收器 12 上，边带 63a 是一个发射器的调制器 10c 所使用的第二个 2.5Gbit/s 信号的复制。这就通过电子滤波将边带 63a 分开。且边带 63a 用一个本地的外差振荡器产生一个发射器的调制器 10a 使用的第一个 2.5Gbit/s 的信号复制。

特别参考了图 6a, 6b 和 6c 的上述的实施例论证了电副载波 ω_6 的功用，它是被调制以产生上升和下降的边带 60a，并且解释了这个副载波的频率不得不这样选择，因为这些边带不覆盖边带 60b。象现在要特别参考图 7a，7b，7c 论述的本实施例那样，如果只使用电副载波的单边带调制，那么电子频谱能实现更有效的功用，这假设当电副载波调制一个特定的光载波的数量增加的时候，它的重要性也随之增加，图 7a 描绘了系统发射器 10 的调制器 10a 使用的电子调制的电子频谱，这个频谱由四个 2.5Gbit/s 的数字信号的多路复用而产生的四个频带 70a，70b，70c 和 70d 所组成：频带 70a 要么直接由四个数字信号的第一个信号直接构成，要么由频率 ω_7 的一个电副载波的单边带调制和第一个数字信号来构成。频带 70b，70c 和 70d 由频率 ω_8 ， ω_9 和 ω_{10} 的三个电副载波的单边带调制分别同第二、三、四个 2.5Gbit/s 信号来构成，频率 ω_7 ， ω_8 ， ω_9 和 ω_{10} 要选择以使频带 70a，70b，70c 和 70d 不重叠，调制器 10a 调制光源 10b 提供的频率 ω_1 的一个光载波，以提供一个带有象图 7b 中描绘的由上升和下降的边带 71a 和 71b 组成的一个光谱的信号，同时，一般在发射器 10，但也可在随后的接收器 12 的相干检波前的任何位置，

这些边带被抑制了，在接收器 12，相干检波在频率 ω_1 使用一个本地振荡器产生一个带有象图 7c 中描绘的有四个频带 73a，73b，73c 和 73d 的一个频谱的电子输出这些通过过滤被分离，而且，当需要的时候，用一个本地的外差振荡器以提供在发射器上多路复用的四个 2.5Gbit/s 信号的单独的复制。

上面特别参考图 6a 至图 7c 所论述的本发明的实施例中：每一个都涉及到了多路复用不同的数字信号到一个单个的光载波。与本发明的思想一致，通过多路复用不同的数字信号到一个单个的光载波，更大的多路复用容量也是可能的，而且，象图 4 中所大致描绘的那样，多路复用这个光载波和一个或多个不同频率的其他的光信号也是可能的。每一个这些其他的光信号本身也可以由多路复用另外的不同的数字信号到一个分别的单光载波产生，每一个光信号都有一个不同于其他光信号的频率。

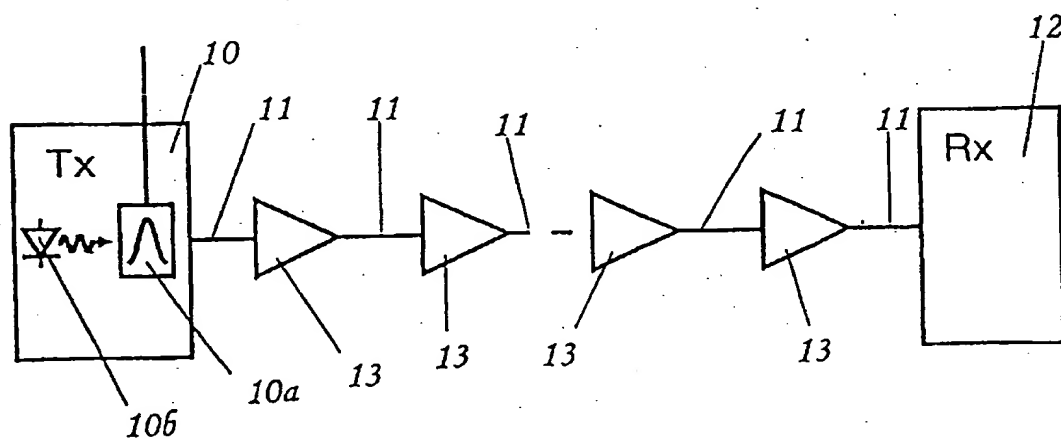


图 1

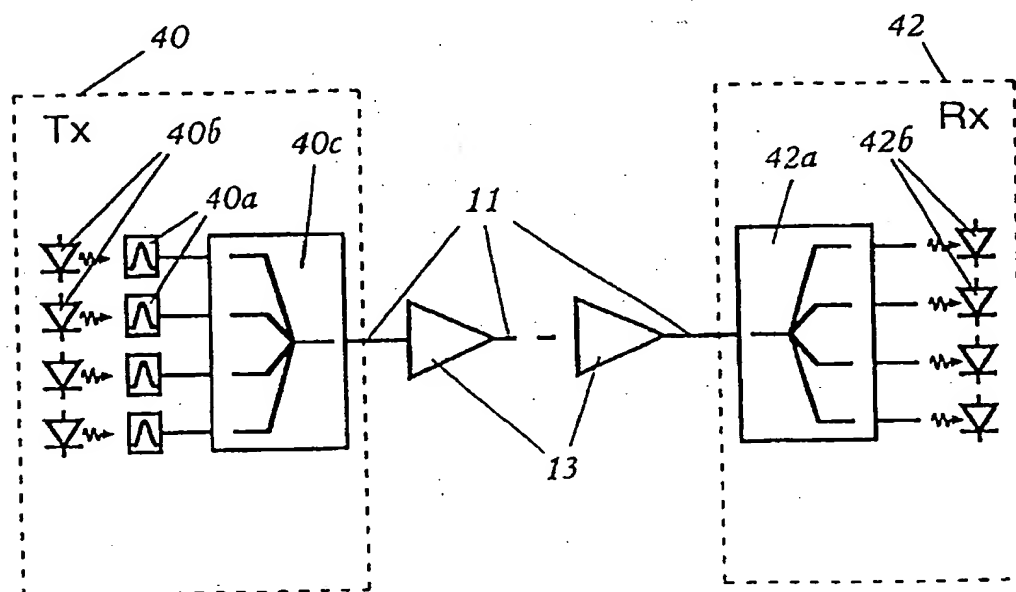


图 4

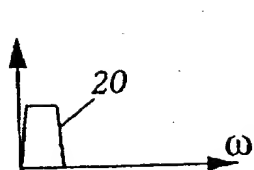


图 2a

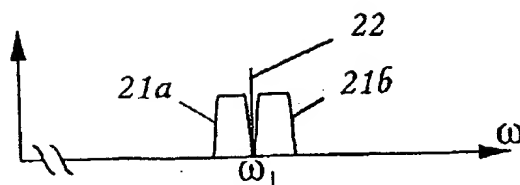


图 2b

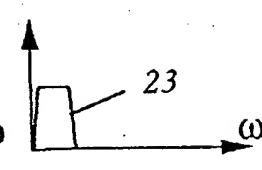


图 2c

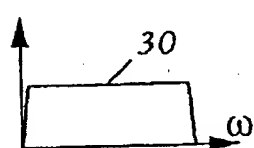


图 3a

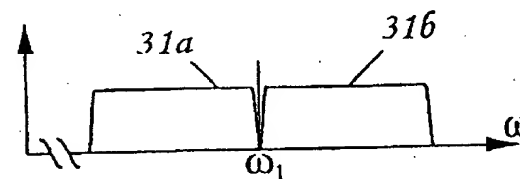


图 3b

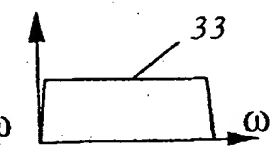


图 3c

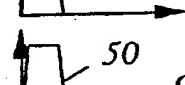
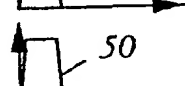
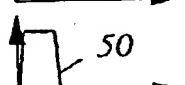
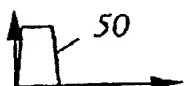


图 5a

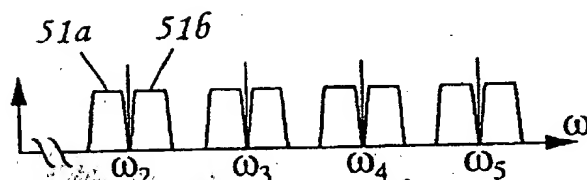


图 5b

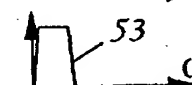
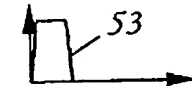
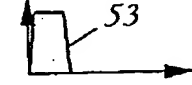
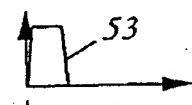


图 5c

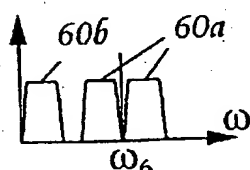


图 6a

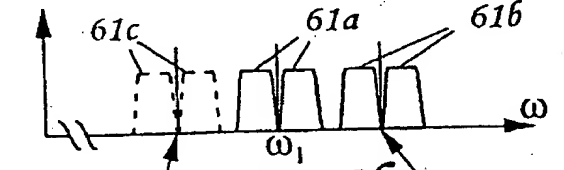


图 6b

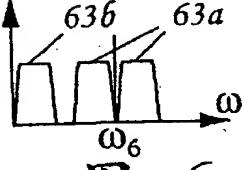


图 6c

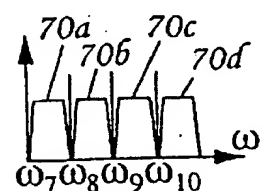


图 7a

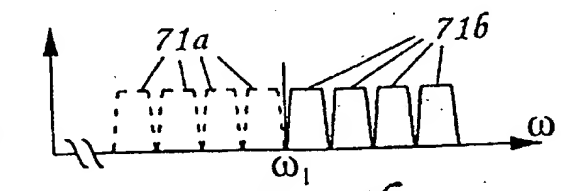


图 7b

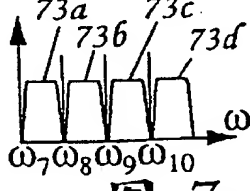


图 7c

THIS PAGE BLANK (USPTO)